

сокоширотной Арктики, в связи с происходящими климатическими изменениями, необходимостью слежения за экологическим состоянием Арктического бассейна, организации и осуществления мониторинга системы «атмосфера – ледяной покров – океан» в реальном масштабе времени по всему комплексу метеорологических, ледовых, гидрофизических, геохимических, биологиче-

ских и других параметров. Результаты таких исследований и мониторинга природной среды являются основой для совершенствования технологии слежения за состоянием СЛО, развития и информационного обеспечения методов прогноза погоды и моделей климата Арктики.

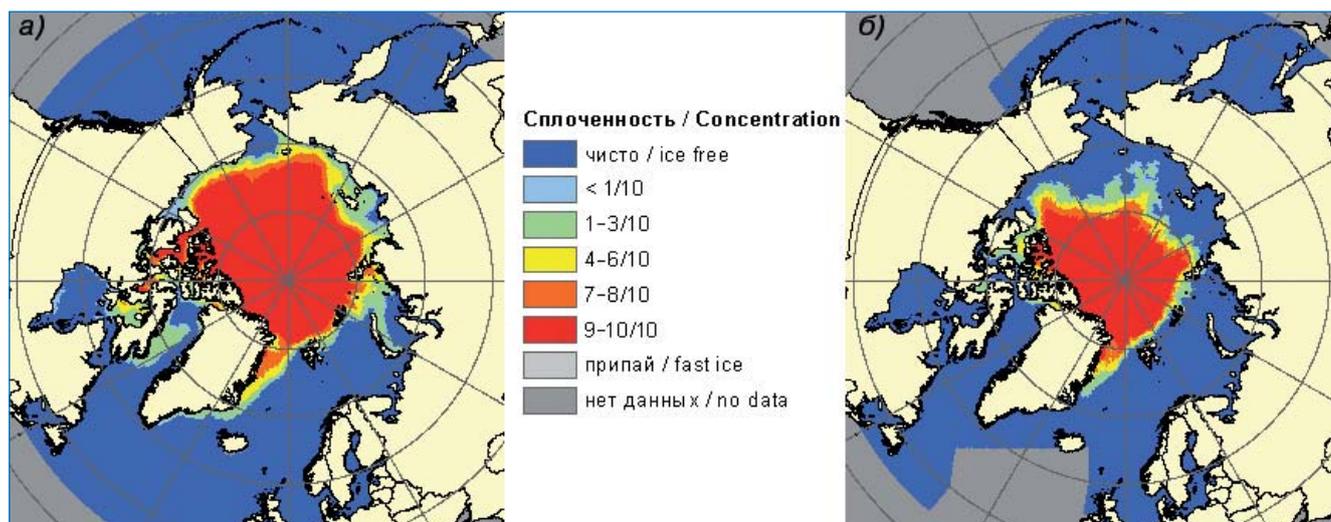
В.Т.Соколов (ВАЭ)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА АРКТИЧЕСКОГО БАСЕЙНА, СЦЕНАРИЙ ВОЗМОЖНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ И ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РАЙОНА ОРГАНИЗАЦИИ ДРЕЙФУЮЩИХ СТАНЦИЙ

Формирование и разрушение ледяного покрова Северного Ледовитого океана (СЛО) в последние 10–15 лет происходит на фоне продолжающегося потепления в Арктике. Площадь льдов СЛО устойчиво уменьшается с середины 1990-х гг. по настоящее время. Эта тенденция хорошо отражается при сравнении карт медианной общей сплоченности в период сезонного минимума в сентябре за ряд 1933–2012 гг. и за короткий ряд 2006–2012 гг.

Отмечаемое в настоящее время уменьшение ледовитости и толщины морского ледяного покрова Арктики продолжается до настоящего времени практически для всех секторов и акваторий и наиболее выражено, по сравнению со среднемноголетними условиями, в летне-осенний период (июль–октябрь).

Для планирования работ дрейфующих станций «Северный полюс» большой интерес представляет положение границы старых льдов (ГСЛ). Положение ГСЛ в



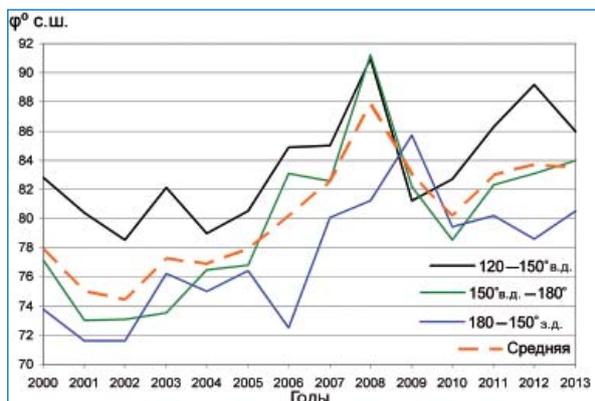
Медианная общая сплоченность в сентябре на основе данных ледового анализа ААНИИ, Канадской ледовой службы и Национального ледового центра (США): а – 1933–2012 гг.; б – 2006–2012 гг.

Многолетние изменения медианной ледовитости СЛО с 1979 г. по настоящее время по данным пассивного микроволнового зондирования SSMR-SSM/I-SSMIS показывают устойчивое сокращение ледовитости с 1996 г.

Данные судовых ледовых наблюдений и авиационных ледовых разведок, выполненные в арктических морях, позволили восстановить длительные серии ледовитости начиная с 1900 г. по настоящее время. Анализ многолетней изменчивости ледовитости более чем за 100 лет позволяет сделать вывод, что в западных арктических морях (Гренландское, Баренцево, Карское) преобладают циклические колебания продолжительностью около 60 и 20 лет, которые с удалением от этого региона заметно ослабевают. В восточных арктических морях (Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском) значительный вклад в изменение ледовых условий вносят относительно более короткие циклы продолжительностью 2–3, 5–7 и 8–10 лет, представляющие на фоне более продолжительных климатических колебаний «погодный шум».

секторах Арктического бассейна определяется двумя факторами: положением границы сплоченных остаточных льдов осенью предшествующего года и площадью ледообмена между морями и Арктическим бассейном за зимний сезон. Относительная роль каждого из упомянутых факторов в каждом море несколько различна.

Графики изменения осредненной по трем 30-градусным секторам географической долготы положение ГСЛ (2000–2013 гг.) в начале марта показывают, что за рассмотренный отрезок времени положение ГСЛ в регионе сильно изменялось. При этом с 2005 по 2008 г. отмечалось быстрое смещение этой границы на север (в крайнем восточном секторе наибольшее смещение отмечено в 2009 г.). В последующие годы ГСЛ сместилась к югу более чем на 1000 км. В 2010–2013 гг. в регионе к востоку от 180° в.д. ГСЛ стабилизировалась в зоне 79,4 – 80,5° с.ш., тогда как к западу от 150° в.д. она вновь стала отступать на север. По-видимому, в этом проявляется более значительное влияние потепления в регионе приатлантической Арктики.

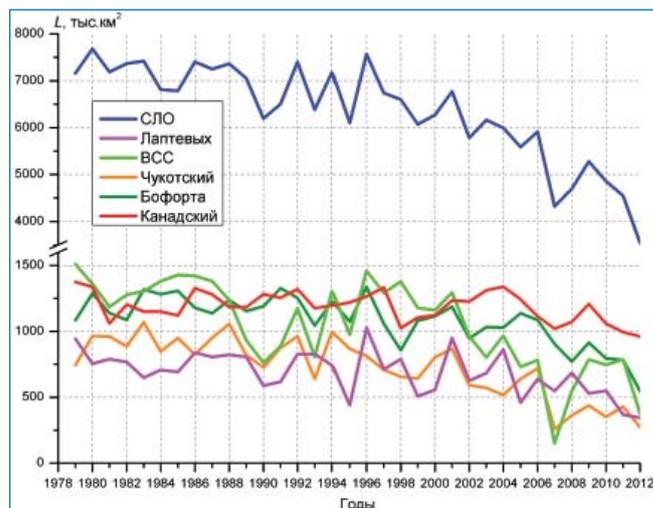


Изменения положения границы старых льдов в трех секторах восточного региона за 2000–2013 гг. (широта более 90° условно выражает отступление ГСЛ за Северный полюс)

Для решения вопроса об организации дрейфующих станций «Северный полюс» в ближайшие годы важно знать динамику положения границы старых льдов в СЛО. На картах, представленных ниже, показано усредненное положение ГСЛ в феврале 2008 и 2009 гг., когда она была экстремально смещена к северу, а также ее положение в начале февраля 2013 г. Хорошо видно, что в начале 2013 г. площадь старых льдов значительно больше, чем в предшествующие годы.

В 1966 г. З.М.Гудкович, анализируя траектории советских и американских дрейфующих станций, а также ледяных островов, выделил в Арктическом бассейне 3 области, в которых перемещение льда за длительные интервалы времени (3–10 лет) существенно различается. Вместе с тем автор отмечал, что с увеличением ряда наблюдений возможно увеличение вероятности появления крайне аномальных траекторий и выделенные им границы могут несколько измениться. Для того чтобы установить, сохраняется ли положение указанных границ в настоящее время, были использованы данные 42 автоматических буев, дрейфовавших в переходной зоне и в прилегающих к ней частях бассейна в течение последних 6 лет (2007–2012 гг.). На основе анализа траекторий этих буев получены следующие результаты:

- в приатлантической части Арктического бассейна в секторе между меридианами 120–140° з.д. активизировался вынос льда из зоны антициклонического дрейфа непосредственно в пролив Фрама, и граница 1 на этом



Изменчивость медианной ледовитости в сентябре в СЛО и в 5 меридиональных секторах Восточной Арктики на основе данных пассивного микроволнового зондирования SSMR-SSM/I-SSMIS за период 1979–2012 гг.

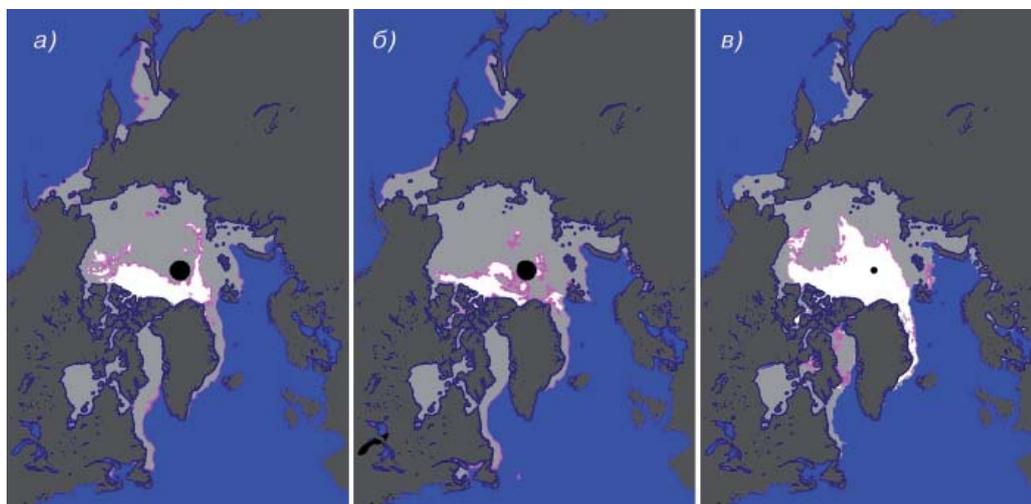
участке сместилась в сторону моря Линкольна и острова Элсмир, вызвав здесь увеличение ширины переходной зоны более чем в 2 раза;

- к северу от Восточно-Сибирского моря ширина переходной зоны также несколько увеличилась (на 105–115 км) вследствие смещения границы 2 в сторону моря;
- на остальных участках ранее установленное положение границ не изменилось.

Помимо анализа многолетней изменчивости и результатов расчетов дрейфа льдов, необходимо принять во внимание следующие соображения, которые вытекают из рассмотрения текущих климатических изменений ледяного покрова СЛО.

В колебаниях ледовитости восточного сектора Арктики велика роль относительно короткопериодной составляющей. Поэтому экстремальное отступление кромки льдов на север в настоящее время сменилось противоположным процессом, который будет продолжаться в последующие годы.

Помимо сохранившейся до настоящего времени ледовой оппозиции между западным и восточным регионами Российской Арктики, на ожидаемое осложнение ледовой обстановки в восточном регионе указывают следующие факты:



Стадии развития морского льда СЛО по данным микроволнового зондирования EKA – Eumetsat – OSI SAF (белым цветом выделены зоны старого льда): а – 02.01.2008; б – 02.01.2009; в – 02.01.2013.

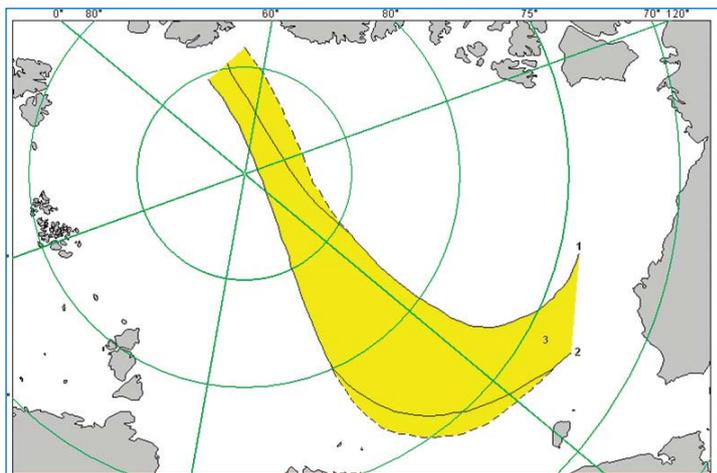
– процесс разрушения ледяного покрова в восточном регионе летом 2012 г. проходил медленнее, чем в западном регионе;

– несмотря на пониженную площадь остаточных льдов в этом регионе «волна» ледообразования на месяц раньше, чем в предыдущие годы, достигла побережья морей, включая море Бофорта, в котором площадь остаточных льдов была экстремально низкой;

– в октябре–декабре 2012 г. над Арктическим бассейном установился антициклональный режим погоды, что характерно для холодного климатического периода. На приближение его начала указывает ряд других показателей состояния атмосферы и океана, выявленных за последние годы.

Выполненный анализ многолетней изменчивости границ распространения и площади льдов Северного Ледовитого океана, а также дрейфа ледяных полей позволяет сделать следующие выводы:

1. На протяжении последних 12–15 лет наблюдалось устойчивое сокращение площади льдов в Северном Ледовитом океане в летний период. Эти процессы проявились и в состоянии ледяного покрова: сократилась площадь многолетнего льда, уменьшилась толщина ровного однолетнего и многолетнего льда, усилился вынос льдов из Канадской части Арктического бассейна и через пролив Фрама.



Границы областей в Арктическом бассейне, различающихся макромасштабными особенностями траекторий перемещения льда, рассчитанных по фактическим данным:

1 – граница области, из которой льды, расположенные между нею и Канадским Арктическим архипелагом, могут быть вынесены в пролив Фрама только после завершения антициклонического круговорота; 2 – граница области, из которой льды, расположенные между нею и окраинными арктическими морями, не попадают в зону антициклонического круговорота и выносятся в Гренландское море; 3 – переходная зона (желтая), из которой льды могут как попадать в антициклонический круговорот, так и выноситься в пролив Фрама.

Пунктирными линиями показаны участки границ с учетом траекторий дрейфа буев за 2007–2012 гг.

2. Ледовые процессы в разных частях СЛО протекали неравномерно (явление «ледовая оппозиция»). В восточном секторе Арктического бассейна минимум площади льда летом отмечался в 2007 г., в западном секторе Арктического бассейна – в 2012 г. Это проявилось в положении границы старых льдов и толщине многолетних льдов.

3. На основании климатического прогноза ААНИИ, анализа происходящих в настоящее время изменений в состоянии ледяного покрова в СЛО и перестройки атмосферной циркуляции в ближайшие годы можно ожидать увеличения площади ледяного покрова в восточном

секторе СЛО и сохранение тенденции к опусканию границ старых льдов к северным районам восточных арктических морей.

4. Оценка дрейфа станции СП-40 показывает, что она войдет в район антициклонического круговорота и в 2014–2015 гг. будет дрейфовать в сторону моря Бофорта.

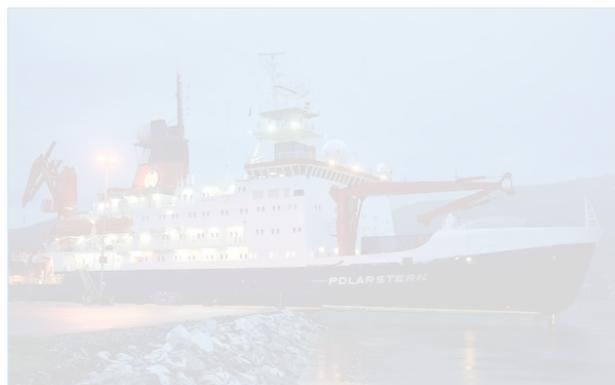
5. В ближайшие 2–3 года ожидается увеличение площади и толщины многолетних льдов в восточном секторе Северного Ледовитого океана и улучшение условий для поиска многолетних ледяных полей для организации дрейфующих станций «Северный полюс».

Е.У.Миронов, З.М.Гудкович, В.П.Карклин, С.М.Лосев, В.М.Смоляницкий (ААНИИ)

ЭКСПЕДИЦИЯ «ICEARC-27-3» НА БОРТУ НИЛ «ПОЛАРШТЕРН»

Научно-исследовательская экспедиция «ICEARC-27-3», организованная немецким институтом морских и полярных исследований им. Альфреда Вегенера, проходила с августа по октябрь 2012 г. За 70 суток ледокол «Поларштерн» прошел около 12 тысяч километров в арктических морях. В экспедиции участвовали 54 научных специалиста из Франции, Швеции, США, Дании, Канады, трое из которых представляли российские научные центры (ААНИИ и Институт океанологии им. П.П.Ширшова, РАН). В составе экспедиции было сформировано 4 ос-

новных отряда (морской, биологический, ледовый и геологический). За время экспедиции проведено более 300 различных экспериментов и исследований.



НИЛ «Поларштерн».

Фото Р.Сомавийа-Кабрийо (R.Somavilla-Cabrillo).